



Maria Joana de Mendonça e Moura de Sousa Eiró

ESCOLHA DE COR E ILUMINAÇÃO

Dissertação de Investigação do Programa de Mestrado Integrado em Medicina Dentária
apresentado à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO MÉDICO DENTÁRIO
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

Orientadora: Professora Doutora Paula Cristina dos Santos Vaz

Coorientador: Professor Doutor João Carlos Sampaio Fernandes

Porto, 24 de Maio de 2017

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer aos meus orientadores, Professora Paula Vaz e Professor João Sampaio, pela paciência, esforço e dedicação que transmitiram no acompanhamento e elaboração desta tese.

Aos meus amigos, aos que me acompanham desde sempre e aos novos que criei durante este percurso, por me apoiarem nas decisões que fui tomando e me levarem a dar sempre o máximo de mim.

Por último, aos meus pais e aos meus irmãos, por me acompanharem neste longo percurso, por terem sempre acreditado nas minhas capacidades e por estarem sempre presentes nas fases mais importantes da minha vida.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUÇÃO	- 8 -
2. MATERIAL E MÉTODOS	- 12 -
2.1. Estudo Experimental	- 13 -
2.2. Amostra	- 13 -
2.2.1. Avaliação Visual	- 14 -
2.2.2. Avaliação Instrumental	- 17 -
2.3. Análise Estatística	- 19 -
3. RESULTADOS	- 21 -
4. DISCUSSÃO	- 26 -
5. CONCLUSÕES	- 31 -
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 33 -
7. ANEXOS.....	- 36 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Caixa com dente preparada para observação. _____	- 13 -
Figura 2 - Caixas com dentes preparada para observação. _____	- 14 -
Figura 3 - Participante a analisar os dentes sob iluminação incandescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista lateral). _____	- 15 -
Figura 4 - Participante a analisar os dentes sob iluminação incandescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista frontal). _____	- 15 -
Figura 5 - Participante a utilizar o equipamento Rident esthetic eye® (Byeoryang- dong, Republic of Korea) e a escala Vita Classical® para avaliar a cor dos dentes (vista lateral). _____	- 16 -
Figura 6 - Participante a utilizar o equipamento Rident esthetic eye® (Byeoryang- dong, Republic of Korea) e a escala Vita Classical® para avaliar a cor dos dentes (vista frontal). _____	- 16 -
Figura 7 - Participante a analisar um dente sob luz fluorescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista frontal). _____	- 17 -
Figura 8 - Participante a analisar um dente sob luz fluorescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista lateral). _____	- 17 -
Figura 9 - Espectrofotômetro VITA Easyshade Compact® (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009). Fonte: http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquivobrasileiroodontologia/article/viewFile/6912/6227 (Sem autorização do autor). _____	- 18 -
Figura 10 - Ilustração de leitura efetuada pelo espectrofotômetro VITA Easyshade Compact® (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009). Fonte: http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquivobrasileiroodontologia/article/viewFile/6912/6227 (sem autorização do autor). _____	- 18 -
Figura 11 - Distribuição das concordâncias dentro grupos em cada luz. _____	- 22 -
Figura 12 - Distribuição das concordâncias entre o espectrofotômetro e o grupo em cada luz. _____	- 23 -
Figura 13 - Distribuição das concordâncias entre grupos em cada luz. _____	- 24 -

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela I</i> - <i>Fleiss' generalized kappa</i> _____	- 19 -
<i>Tabela II</i> - <i>Valores de concordância para cada grupo</i> _____	- 22 -
<i>Tabela III</i> - <i>Valores das concordâncias para cada grupo em relação ao espectrofotômetro</i> _____	- 23 -
<i>Tabela IV</i> – <i>Valores das concordâncias entre grupos</i> _____	- 24 -
<i>Tabela V</i> - <i>Medições do espectrofotômetro</i> _____	- 25 -

RESUMO

A seleção da cor é um fenómeno muito estudado nas últimas décadas, devido à crescente exigência dos pacientes e à necessidade dos especialistas de as colmatar com métodos mais objetivos, precisos e fiáveis. Vários parâmetros devem ser analisados aquando da seleção de cor, como a tríade de Munsell, 1915, dividindo a cor em valor, croma e matiz, bem como as normas da *Commission Internationale de L'Eclairage*.

É uma análise dependente de vários fatores, como a fadiga, a experiência, a luminosidade, e para se efetuar uma decisão mais objetiva desenvolveram-se métodos auxiliares, como escalas de cores e espectrofotómetros.

O objetivo deste estudo é analisar a escolha de cor, por grupos de observadores com diferentes graus de experiência (alunos do 5º ano da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, médicos dentistas e especialistas), sob diferentes condições de iluminação. Foram analisados 20 dentes, sob as iluminações natural (D65), incandescente e fluorescente, e como método de comparação utilizou-se um espectrofotómetro.

Observou-se concordância reduzida entre o espectrofotómetro e as análises dos observadores, sendo que, onde se verificou maior concordância foi entre os especialistas e o espectrofotómetro com iluminação incandescente (0.2375), entre alunos *versus* especialistas (0.5219) com iluminação fluorescente e entre especialistas com a iluminação fluorescente (0.78333).

Os valores de menor concordância foram obtidos pelos alunos *versus* espectrofotómetro (0.0375), dentistas *versus* espectrofotómetro (0.0375), ambos com iluminação fluorescente, entre especialistas com iluminação D65 (0.4117) e dentistas *versus* especialistas com iluminação incandescente (0.3406).

Desta investigação foi possível concluir que a iluminação afeta a escolha da cor natural dos dentes. Não foi possível observar uma concordância significativa entre a avaliação dos observadores e a do espectrofotómetro. No que toca ao grau de experiência, especialistas e alunos são mais concordantes nas avaliações com as diferentes iluminações e foram os que conseguiram obter valores mais elevados de concordância com o espectrofotómetro, exceto com a iluminação incandescente.

Palavras chave: Cor dentária ; Ciência da cor ; Espectrofotometria ; Análise dentária

ABSTRACT

The selection of color is a phenomenon that has been studied in the last decades, due to the increasing demands of patients and the need for specialists to fill them with more objective, accurate and reliable methods. Various parameters should be analyzed when choosing color, such as the Munsell triad, 1915, dividing the color into value, chroma and hue, as well as the standards of the *Commission Internationale de L'Eclairage*.

Therefore, the analysis depend on several factors, such as fatigue, experience, luminosity, and to make a more objective decision were developed auxiliary methods such as color scales and spectrophotometers.

So, the objective of this study is to analyze the choice of color, by groups of observers with different degrees of experience (5th year students of the FMDUP, dentists and specialists), under different conditions of illumination. Twenty teeth were analyzed under D65, incandescent and fluorescent lighting, and a spectrophotometer was used as the method of comparison.

There was reduced agreement between the spectrophotometer and the analyzes of the observers, where the highest agreement was between the specialists and the spectrophotometer with incandescent lighting (0.2375), between students *versus* specialists (0.5219) with fluorescent lighting and between specialists with fluorescent lighting (0.78333).

The lowest agreement values were obtained by students *versus* spectrophotometer (0.0375), dentists *versus* spectrophotometer (0.0375), both with fluorescent lighting, among specialists with D65 illumination (0.4117) and dentists *versus* specialists with incandescent lighting (0.3406).

From this investigation it was possible to conclude that lighting affects the choice of the natural color of the teeth. It was not possible to observe a significant agreement between the evaluation of the observers and the spectrophotometer. Regarding the degree of experience, experts and students were more concordant in the evaluations with the different illuminations and were those that were able to obtain higher values of agreement with the spectrophotometer, except with the incandescent illumination.

Palavras chave: Tooth colour ; Colour science ; Spectrophotometry ; Teeth analysis

1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse pela investigação na área da seleção da cor, tem sido, nas últimas décadas, um tema de grande foco por parte da medicina dentária. Com o avanço na tecnologia e na comunicação, a sociedade tornou-se mais exigente relativamente à estética dentária, levando a um estudo mais aprofundado por parte dos médicos dentistas de forma a corresponder às exigências dos pacientes.¹⁻⁴

A seleção de cor é um fenómeno complexo e dependente sobretudo de três variáveis: o observador, o objeto e o ambiente. Tendo em conta que a análise visual é subjetiva, diversos fatores podem dificultar este processo, tais como: a fadiga, a iluminação, o metamerismo, a maquilhagem do paciente, a idade e a experiência do analisador.^{1-4, 5,17,18}

Sendo a cor um parâmetro de grande complexidade, torna-se necessária a sua completa perceção para que a sua verbalização e utilização seja clara e precisa. De facto, foi Albert Henry Munsell em 1915, quem desenvolveu uma tríade para a classificação da cor, que hoje em dia é ainda mundialmente aceite. Esta divide-se em três dimensões: o matiz, o croma e o valor. Desta forma, foi possível criar um meio de comunicação flexível e consistente, com uma linguagem simples e universal.^{6, 7,13,18,19}

Para descrever a cor, é então necessário compreender os três parâmetros de Munsell. O matiz permite distinguir uma cor de outra (como exemplo: azul/verde/amarelo/vermelho, etc). O croma representa a intensidade/ saturação dentro de uma determinada cor. Por último e mais importante, o valor, que é a quantidade de luz refletida por um determinado objeto. Este assume relevância quando nos referimos à correspondência de cores pois o olho humano utiliza cerca de 120 milhões de recetores para detetar o valor, ao invés dos 6-7 milhões de recetores que utilizamos para distinguir o croma.^{4,9,13,18,19}

Dada à dificuldade na escolha da cor ideal para uma restauração ou prótese dentária, é necessário ter em conta que esta pode variar consoante a zona do dente em questão a analisar (terço incisal, médio ou gengival), a forma ou a textura do mesmo. Devido às recorrentes falhas de perceção, transmissão e reprodução desta mesma informação, de médico dentista para técnico de prótese, houve a necessidade de desenvolver mecanismos e instrumentos que facilitassem este processo e minimizassem os erros na seleção de cor. Assim, desenvolveram-se mecanismos como: escalas de cor, colorímetros, espectrofotómetros, câmaras digitais e sistemas de imagem.^{2-4,8,9,11-13,19}

Os espectrofotômetros são instrumentos precisos e flexíveis, capazes de medir a quantidade de energia refletida de um objeto entre intervalos de 1-25nm do espectro de luz visível. Estes possuem uma fonte de radiação ótica, um meio de dispersão de luz, um detetor, um sistema ótico de medida e um meio de conversão da luz num sinal possível de ser analisado. Por norma, estes instrumentos já estão codificados para os guias de cor dentários e convertidos para demonstrar o equivalente aos mesmos (*VITA Classical*[®] e *Toothguide 3D-Master*[®]). Em comparação com o olho humano ou outras técnicas convencionalmente utilizadas, este contém uma precisão 33% superior e tem uma correspondência 93,3% mais objetiva.^{3,9}

Dentro deste tipo de equipamento existe alguma variedade, tais como: o *Crystaleye*[®] (Olympus, Tokyo, Japan) que é uma combinação de espectrofotómetro com fotografia digital; o *Vita Easyshade Compact*[®] (Vita Zahnfabrik, Bad Saßkingen, Germany) que é pequeno, portátil e permite, tanto a avaliação do dente por locais, como a avaliação do dente num todo; o *Shade-X*[®] (X-Rite, Grandville, MI), capaz de associar a cor da dentina (mais opaca) e as regiões mais incisais (mais translúcido) e o *SpectroShade Micro*[®] (MHT Optic Research, Niederhasli, Switzerland), uma combinação de espectrofotómetro LED com câmara digital, que possui um computador interno com software analítico.^{3,12}

No dia a dia somos expostos a uma grande variedade de cores que modelam os nossos gostos, o nosso humor e as nossas decisões. A maior parte das pessoas não está a par da complexidade que está na base da formação das cores, mas ainda assim baseiam as suas opiniões com base na perceptibilidade e aceitabilidade daquilo que veem. Para analisar a cor de um dente é necessário entender que existe um equilíbrio entre a cor e a iluminação, sendo que separadamente não podemos avaliar o parâmetro cromático, pois a luz interage sobre os objetos e modifica a sua distribuição espectral.^{1,4,7,9,14}

É então possível que, sob uma determinada iluminação, dois objetos sejam perceptivelmente da mesma cor e sob outra iluminação, tenham perceptivelmente, cores diferentes (metamerismo). Como tal é necessário que se observem os dentes e as escalas de cor (instrumentos mais utilizados como auxiliares na escolha de cor) sob a mesma iluminação.^{1,4,7,9,14}

Idealmente para fazer esta análise deve-se usar a luz do dia (D65), com espectro de 6.504°K (temperatura da luz) e céu limpo. Contudo, nem sempre podemos obter estas condições, ou por

variação das condições ambientais, ou pelo facto de o local de observação não possuir luz solar. Para além disso, ao longo do dia, as condições de transmissão de luz também se alteram. Assim sendo e de forma a evitar fatores de erro, é essencial que se realizem análises sob luz incandescente (normalmente utilizada em vários espaços) e luz fluorescente, uma vez que a mesma é utilizada em consultórios de Medicina Dentária.^{1,4,7,9,14}

Para que se possa comparar, sob qualquer tipo de iluminação, a semelhança dos guias de cor com os dentes humanos, a *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE), estabeleceu valores para a descrição da cor, sendo os mesmos: $L^*a^*b^*$: L^* (luminosidade). O a^* - eixo: positivo para o vermelho – negativo para o verde; o b^* - eixo: positivo para o amarelo – negativo para azul. A variação de cor é expressa segundo ΔE_{ab} o que equivale à distância *Euclidean* entre dois pontos, ou seja, a distância em linha reta entre dois pontos, num espaço tridimensional. Adicionalmente, a cor também pode ser expressa segundo $L^*c^*h^*$ onde L^* tem a mesma representação, sob uma única iluminação, c^* representa o croma (em graus), afastando-se do centro e, por último, h^* representa o matiz (em ângulos), desde 0° a 360°. De 0° a 360° denota-se a cor vermelha, 90° o amarelo, 180° o verde e 270° o azul. A ΔE representa a diferença na avaliação entre duas cores, apresentado no espaço de cores da CIE $L^*a^*b^*$.^{2,8,9,10,20}

Vários estudos sugerem que o espectrofotómetro é um instrumento bastante fiável no que toca a avaliação da escolha de cor, independentemente da iluminação.^{1-3,8,12,13} Porém, poucos são os que apontam o contrário⁸ e não se encontrou nenhum estudo onde se comparassem as avaliações feitas por observadores com diferentes graus de experiência nesta seleção.

Dado isto e aliado à relevância da iluminação na seleção da cor, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da iluminação na seleção cor de dentes naturais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudo Experimental

Antes de iniciar, cada participante assinou, de livre vontade, um documento com a explicação do estudo em questão e efetuou o teste de *Ishihara*, de forma a detetar um possível Daltonismo. Apenas os que passaram neste teste e após uma explicação verbal e individualmente, demonstrando cada passo do estudo, é que puderam dar início ao mesmo.

2.2. Amostra

Estudo *in vitro*, com vinte dentes extraídos, aleatoriamente, previamente mantidos num frasco com uma solução de cloramina. Os dentes utilizados foram 2 incisivos centrais, 2 caninos, 1 incisivo lateral, 12 primeiros pré-molares, 1 segundo pré-molar, e 2 segundos molares.

Através de duas cartolinas pretas, criaram-se vinte caixas (10x10x05 centímetros), de forma a isolar os dentes para observação num fundo neutro.

Cada dente foi colocado no centro duma caixa (sendo tanto o dente como a caixa numerados) de forma a isolar a coroa da raiz, sendo apenas a coroa visível para o observador.

As Figura 1 e 2 ilustram as caixas, com os dentes, preparadas para observação.



Figura 1 - Caixa com dente preparada para observação.



Figura 2 - Caixas com dentes preparada para observação.

Sobre uma mesa colocou-se um caixote de cartão, de forma a efetuar a avaliação com as iluminações fluorescente e incandescente, e sobre ele as caixas pretas com os dentes, para mantê-las numa linha horizontal com a visão do observador.

Foram efetuadas as observações distribuídas em 3 grupos de indivíduos, sendo que em cada grupo, foram utilizados 4 observadores, num total de 12 participantes: médicos dentistas com muita prática na escolha de cor/-especialistas, médicos dentistas com prática na escolha de cor e alunos do 5º ano da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (FMDUP).

2.2.1. Avaliação Visual

Para a observação da face vestibular dos dentes, utilizaram-se três tipos de iluminação: luz semelhante à luz natural (D65), luz incandescente e luz fluorescente, todas com incidência perpendicular à face do dente observado e a uma distância de 7-10 cm do mesmo.

Nas Figuras 2 e 3 observa-se um participante a analisar os dentes sob a iluminação incandescente e com a escala *Vita Classical*® como comparação.



Figura 3 - Participante a analisar os dentes sob iluminação incandescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista lateral).



Figura 4 - Participante a analisar os dentes sob iluminação incandescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista frontal).

Relativamente ao aparelho *Roident esthetic eye*® (Byeoryang-dong, Republic of Korea) que simula a luz D65 (5,500°K), este possui uma abertura por onde se deve observar o dente e à sua volta é transmitida a iluminação que se deve encontrar 7-10 cm do dente a analisar, comparando posteriormente com uma escala *VITA Classical*®.

Nas Figuras 4 e 5, pode-se observar um participante a utilizar o equipamento *Roident esthetic eye*® (Byeoryang-dong, Republic of Korea) e a escala *Vita Classical*® para avaliar a cor dos dentes:



Figura 5 - Participante a utilizar o equipamento Roident esthetic eye® (Byeoryang- dong, Republic of Korea) e a escala Vita Classical® para avaliar a cor dos dentes (vista lateral).

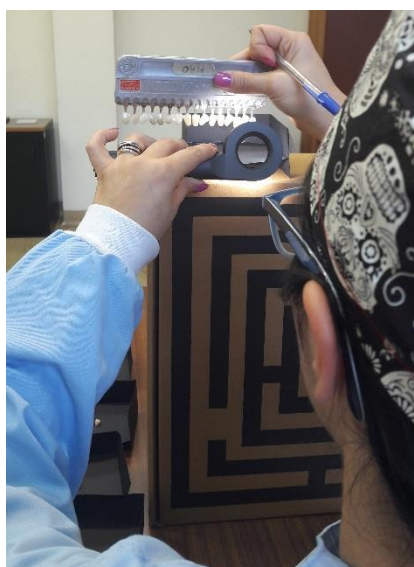


Figura 6 - Participante a utilizar o equipamento Roident esthetic eye® (Byeoryang- dong, Republic of Korea) e a escala Vita Classical® para avaliar a cor dos dentes (vista frontal).

Com apoio de uma escala *VITA Classical Vitapan®*, colocada perto do dente em questão como meio de comparação, cada participante, sentado numa cadeira, observou os vinte dentes e respondeu, no questionário que lhes foi fornecido, a cor a que correspondia cada um deles. Foi-lhes dado um minuto para a seleção de cada dente, controlado por um cronómetro.

Os testes foram realizados numa sala da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, sem incidência direta de luz natural.

Nas Figuras 6 e 7 é possível observar-se um participante a analisar um dente sob luz fluorescente e com a escala *Vita Classical*® como comparação:



Figura 7 - Participante a analisar um dente sob luz fluorescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista frontal).

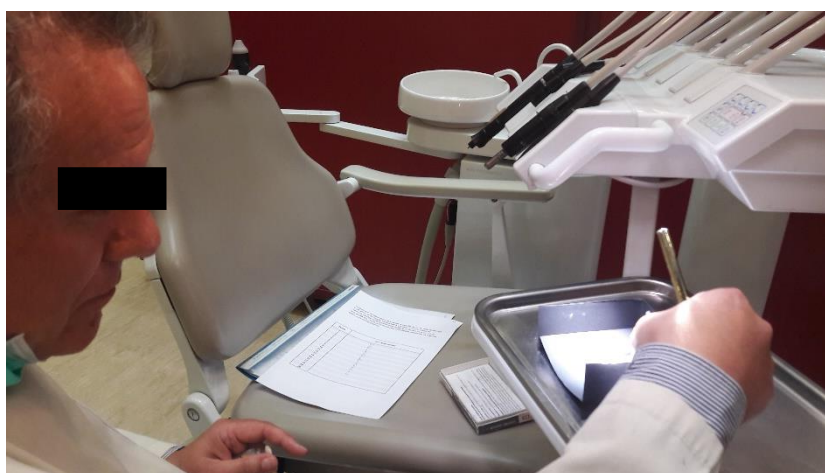


Figura 8 - Participante a analisar um dente sob luz fluorescente e com a escala Vita Classical® como comparação (vista lateral).

2.2.2. Avaliação Instrumental

Como grupo controlo utilizou-se, previamente aos estudos, um espectrofotómetro da marca *VITA Easyshade Compact*® (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009). Colocou-se a ponta do instrumento, anteriormente calibrado, junto à superfície do dente, perpendicular a este e no terço médio da coroa do mesmo. Selecionou-se a opção de medição por porções do dente e pressionou-se o botão até este dar três sinais sonoros. Efetuaram-se cinco medições de cada dente pela face vestibular e selecionou-se a cor, segundo a nomenclatura da escala *VITA Classical*®, que se obtinha com maior frequência (3/5 medições).

Para diminuir a probabilidade de viés, as avaliações sobre cada uma das iluminações, foi feita com um intervalo de uma semana, em diferentes tabelas.

Nas Figuras 8 e 9 encontra-se representado o espectrofotômetro utilizado no estudo – *VITA Easyshade Compact*[®] (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009):



Figura 9 - Espectrofotômetro *VITA Easyshade Compact*[®] (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009). Fonte: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquivobrasileiroodontologia/article/viewFile/6912/6227> (Sem autorização do autor).



Figura 10 - Ilustração de leitura efetuada pelo espectrofotômetro *VITA Easyshade Compact*[®] (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009). Fonte: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquivobrasileiroodontologia/article/viewFile/6912/6227> (sem autorização do autor).

2.3. Análise Estatística

Foram obtidos através da comparação da escala padrão do espectrofotômetro da *VITA Easyshade Compact*[®] (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009), com os resultados escolhidos por cada grupo de observadores, sob diferentes iluminações. A nomenclatura utilizada foi a da escala de cor *VITA Classical Vitapan*[®] (A, B, C, D) e o programa usado para efetuar esta análise foi o R.

Neste estudo foi efetuada a programação com o coeficiente kappa de Fleiss, através do software R, de forma a obter as avaliações de todos os observadores, com os três tipos de iluminação.

Coeficiente kappa: mede a concordância entre dois observadores, métodos ou instrumentos, considerando variáveis qualitativas nominais.

O índice de concordância intra e entre observadores constitui uma medida utilizada para analisar o acordo entre dois intervalos de observação (intraobservadores) e entre avaliadores (entre observadores) na atribuição de categorias de uma variável categórica.

Tabela 1 - Fleiss' generalized kappa

κ	Interpretation
< 0	Poor agreement
0.01 – 0.20	Slight agreement
0.21 – 0.40	Fair agreement
0.41 – 0.60	Moderate agreement
0.61 – 0.80	Substantial agreement
0.81 – 1.00	Almost perfect agreement

Dado que temos 12 observadores (4 de cada grupo) e 20 observações, o erro da estimativa com 95% de confiança, cometido para o cálculo de Kappa é de 0.054.

Neste trabalho é efetuada o cálculo semelhante ao kappa de Fleiss tendo em conta a seguinte informação na classificação:

- Níveis: A, B, C e D
 - Cor A: A1, A2, A3, A3.5, A4
 - Cor B: B1, B2, B3, B4
 - Cor C: C1, C2, C3, C4
 - Cor D: D2, D3, D4

- Concordâncias:
 - A1=A2, A2=A3, A3=A3.5, A3.5=A4
 - B1=B2, B2=B3, B3=B4
 - C1=C2, C2=C3, C3=C4
 - D2=D3, D3=D4
 - A1=B1, A2=B2=D2, A3=B3=D3, A4=B4.

3. RESULTADOS

Após a programação de um algoritmo no software R que possibilitasse efetuar estas comparações para todos os observadores de acordo com a sua categoria e luz utilizada, foram obtidos os seguintes resultados, explanados nas tabelas II a V e nas figuras 11 a 13.

Tabela II - Valores de concordância para cada grupo

	Comparação	Concordância Global	(1, 2)	(1,3)	(1,4)	(2,3)	(2,4)	(3, 4)
D65	entre alunos	0.4833	0.25	0.3	0.5	0.4	0.75	0.7
	entre dentistas	0.4667	0.45	0.5	0.3	0.8	0.35	0.4
	entre especialistas	0.4117	0.25	0.6	0.75	0.15	0.35	0.55
Incandescência	entre alunos	0.6250	0.5	0.7	0.55	0.45	0.7	0.85
	entre dentistas	0.4583	0.35	0.4	0.45	0.65	0.5	0.4
	entre especialistas	0.4667	0.3	0.45	0.8	0.55	0.3	0.4
Fluorescência	entre alunos	0.4833	0.3	0.25	0.35	0.6	0.7	0.7
	entre dentistas	0.4500	0.65	0.4	0.35	0.5	0.3	0.5
	entre especialistas	0.78333	0.8	0.85	0.8	0.7	0.75	0.8

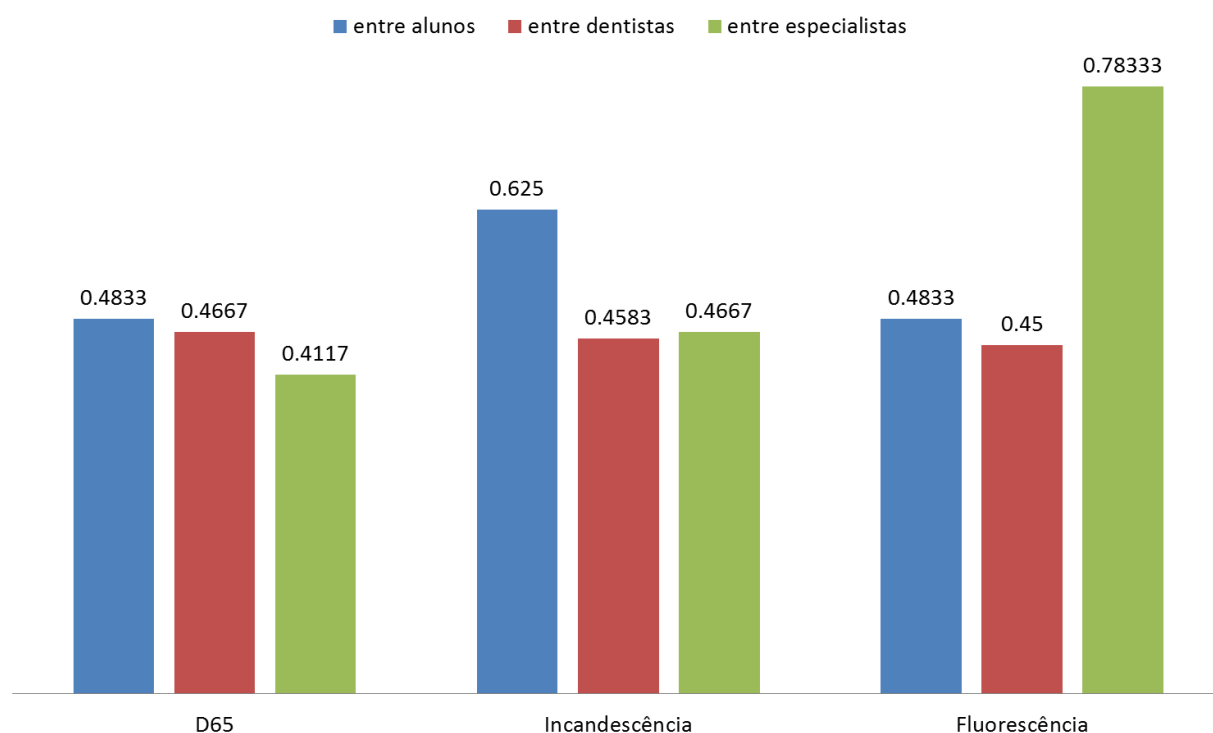


Figura 11 - Distribuição das concordâncias dentro grupos em cada luz.

Tabela III - Valores das concordâncias para cada grupo em relação ao espectrofotômetro

	D65	Incandescência	Fluorescência	
	0.3	0.2	0.05	
Alunos vs espectrofotômetro	0	0.05	0.1	
	0.15	0.2	0	
	0.2	0.1	0	
Média	0.1625	0.1375	0.0375	0.3375
	0	0.25	0.05	
Dentistas vs espectrofotômetro	0.15	0.25	0.05	
	0.1	0.15	0	
	0.2	0.1	0.05	
Média	0.1125	0.1875	0.0375	0.3375
	0.05	0.05	0.1	
Especialistas vs espectrofotômetro	0.3	0.3	0.15	
	0	0.55	0.05	
	0.3	0.05	0.1	
Média	0.1625	0.2375	0.1	0.5

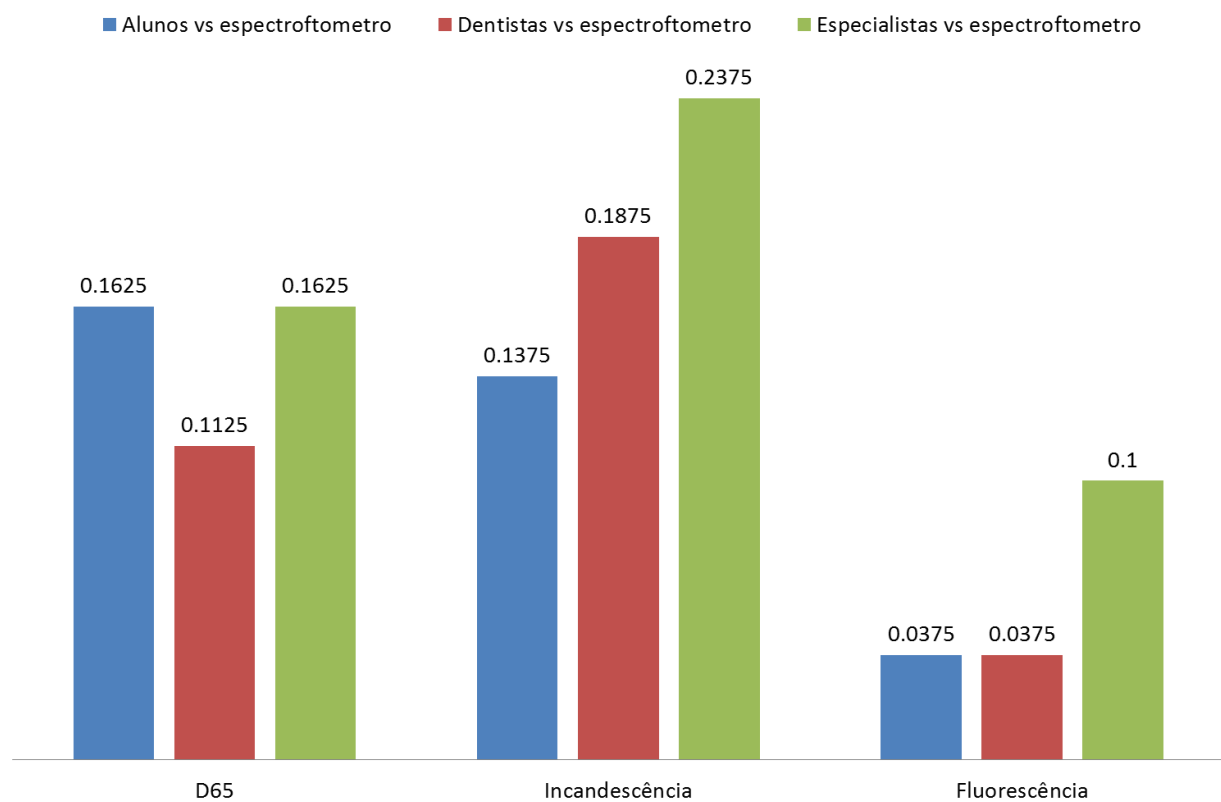


Figura 12 - Distribuição das concordâncias entre o espectrofotômetro e o grupo em cada luz.

Tabela IV – Valores das concordâncias entre grupos

	D65	Incandescência	Fluorescência
alunos vs dentistas	0.51563	0.39688	0.51875
alunos vs especialistas	0.42813	0.50625	0.52188
dentistas vs especialistas	0.38438	0.34063	0.48125

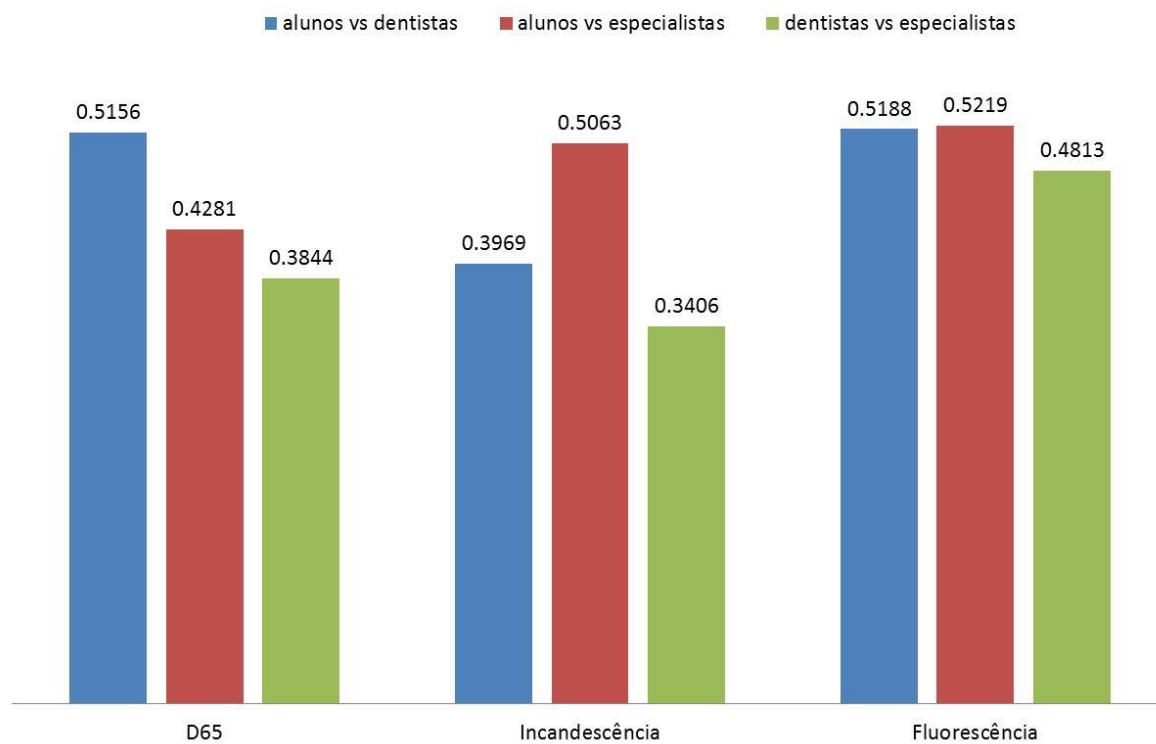


Figura 13 - Distribuição das concordâncias entre grupos em cada luz.

Tabela V - Medições do espectrofotômetro

Dentes	1ª Medição	2ª Medição	3ª Medição	4ª Medição	5ª Medição
1	B3	B3	B3	B3	B3
2	A3,5	A3	A3	A3	A3,5
3	A4	C4	C4	C4	C4
4	A3,5	A3	B3	A3	A3
5	B3	B3	A4	A4	A4
6	A3	A3	A3	A3	B3
7	A4	A4	A4	A4	A4
8	A4	A4	A4	A4	A4
9	A3	A3	A3	A3	A3
10	A3,5	A3,5	A3,5	A3	A3
11	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5
12	A3	A3	A3	B3	B3
13	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5
14	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5
15	B3	B3	B3	B3	B3
16	A3,5	A3,5	A4	A3,5	A3,5
17	A3,5	A3,5	A3,5	B3	A3,5
18	B3	A3,5	A3,5	A3,5	A4
19	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5
20	A3,5	A3,5	A3,5	A3,5	A3

4. DISCUSSÃO

A escolha da cor é um fenómeno complexo e subjetivo, que tem sido bastante estudado nas últimas três décadas. A avaliação visual, através de escalas de cor como a *VITA Classical*[®] e a *Toothguide 3D-Master*[®], é o método mais simples, rápido e económico. Contudo, fatores como a fadiga, as características do próprio dente (a textura ou o brilho), a idade, a experiência do observador, as cores circundantes e a iluminação, podem levar a erros nesta avaliação.^{1-4,6-10,12,13,18,19}

Sendo a iluminação um dos parâmetros que pode levar a diversos erros decidiu-se estudar o efeito de diferentes fontes de luz na seleção da cor. Assim optou-se por recorrer a um instrumento com uma iluminação equivalente à luz natural (D65), a uma luz fluorescente utilizada em consultórios de medicina dentária e a uma luz incandescente, comumente utilizada em vários locais. Para além do tipo de iluminação e também associado a esta, é igualmente importante a temperatura da luz, sendo que a luz natural, sob a qual se deve avaliar a cor dos dentes, varia bastante conforme a altura do ano, a hora do dia e as condições meteorológicas. Em condições ideais, referidas em vários estudos, deve-se observar a luz natural entre as 11h e as 14h, com temperatura aproximada de 6.500K. Já a luz fluorescente utilizada tem temperatura de 6.774K e a luz incandescente tem a temperatura de 2.856K.^{1,6,13,14}

Diversos estudos já foram efetuados no que toca à seleção da cor, contudo, entre estes, vários analisam apenas com luz natural^{2,8,9,12,13}, enquanto que somente alguns analisam sob as três condições de iluminação, referidas anteriormente.^{1,14} Em todos estes, não foi tido em conta, as diferenças de avaliação, consoante o grau de experiência na escolha de cor. Desta forma, decidimos avaliar a escolha de cor, sob diferentes iluminações e participantes com diferentes graus de experiência, incluindo: alunos do 5º ano da FMDUP, médicos dentistas com prática na escolha de cor e médicos dentistas com muita prática na escolha de cor/-especialistas.

Horn et al., 1998, concluíram que o espectrofotómetro é mais previsível e fiável no que diz respeito à avaliação feita em dentes *in vitro* comparativamente com o olho humano.¹² Desta forma e tendo em conta que a maior parte dos estudos só avalia dentes naturais em boca,^{1,2,8,9,12,13} decidiu-se avaliar vinte dentes extraídos, selecionados aleatoriamente e conservados numa solução de cloramina.

Estes foram colocados em caixas pretas, de forma a neutralizar as cores circundantes e foram previamente humidificados. Cada luz foi colocada a um ângulo de 0º com a face vestibular do dente, a uma distância de 7-10 centímetros do mesmo, de forma a que a cor refletida do dente fosse captada pela retina - conferindo uma boa perceção da mesma, sendo que o olhar do observador se

encontrava perpendicularmente ao longo eixo do dente. Condições estas, apoiadas por alguns estudos.^{2,4} Para a seleção de cada dente, foram dados 15 segundos e entre a avaliação com diferentes iluminações deu-se um intervalo de uma semana, de forma a evitar erros de fadiga e memorização das cores previamente escolhidas, tal como descrevem alguns estudos.^{2,8} Estas condições foram controladas e reproduzidas de igual forma para todos os participantes.

Todos os vinte dentes foram analisados previamente por um espectrofotômetro *VITA Easyshade Compact*[®] (VITA Zahnfabrik, Alemanha, 2009), efetuando cinco medições para cada dente, de forma a obter como medida padrão de cada um, a cor que se obtinha com maior frequência (pelo menos 3/5). Este instrumento, que elimina a variabilidade causada pela iluminação, foi considerado a medida padrão, segundo o qual as avaliações dos participantes foram comparadas. Vários estudos indicam este aparelho como meio de comparação, uma vez que este exclui os erros causados pelo ambiente envolvente e pela experiência do observador, tornando-se assim mais fiável do que a análise visual.^{2,13,19}

Judeh et al., 2009; **Paul et al.**, 2002, **Culpepper** e **Cristina et al.**, 2014 afirmaram que a análise com espectrofotômetro é mais preciso que a análise visual, tendo uma percentagem de acerto de: cinco vezes maior, 83,3% - 26,6%, 81% - 22% e 80% - 65%, respetivamente.¹³

No nosso estudo, para auxiliar a escolha de cor foi fornecida uma escala *VITA Classical*[®]. Aconselhou-se a visualização segundo uma organização da mesma pelo valor (B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4), uma vez que os nossos olhos possuem 20 milhões de recetores para este parâmetro, o que os torna mais sensíveis para o detetarem. Assim, facilitaria esta escolha e diminuía o erro causado, caso iniciassem, por exemplo, pelo matiz (A1, A2, A3, A3,5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4), para o qual os nossos olhos possuem apenas cerca de 7 milhões de recetores não sendo tão sensíveis. Parâmetro este analisado por alguns autores.^{4,9,13} Contudo, isto não foi imposto aos participantes e grande parte deles decidiu analisar as paletes uma a uma, separadamente, enquanto outros organizaram segundo o matiz.

Ao contrário do que descreveram alguns autores¹³, pelos resultados obtidos através do espectrofotômetro foi possível observar uma grande discrepância relativamente às avaliações feitas pelos observadores, no que toca ao croma. O aparelho assumiu valores mais elevados do que a maior parte dos observadores, possivelmente devido a erro do próprio espectrofotômetro. Tal como afirmam alguns estudos, um pequeno diâmetro da ponta analisadora do aparelho e o facto

de este ter sido concebido para analisar superfícies lisas, ao contrário dos dentes que são curvos, pode ter criado um viés e erros na avaliação.^{9,13} A variação observada pelas medições feitas com o próprio aparelho, tanto a nível de croma como de matiz, tendo por base a escala *VITA Classical*[®], também sugere que este não seja tão fiável, tal como sugere o estudo de **Choi et al.**, 2010.²

No que toca às diferentes iluminações, comparativamente com o espectrofotómetro, houve maior número de acertos com a luz incandescente, seguida da luz D65 e por último com a luz fluorescente. O grupo de especialistas foi o que obteve maior concordância, observando-se um maior número de acertos com a iluminação incandescente (0.2375), seguida da D65 (0.1625) e por último a fluorescente (0.1). Tanto o grupo de dentistas como o grupo de alunos tiveram exatamente o mesmo nível de concordância (0.0375), sendo que o grupo de dentistas teve um maior número de acertos com a iluminação incandescente (0.1875) e o grupo de alunos com a iluminação D65 (0.1625).

Contudo, mesmo com o grupo que obteve um maior número de acertos, a concordância com o espectrofotómetro não passou de razoável (0.21 – 0.40), sendo na maior parte dos casos pouco concordante (0.01 – 0.20). Tal, também é perceptível, tendo em conta a tabela de resultados das medições do espectrofotómetro, que variam tanto em nível como em concordância, na avaliação dum mesmo dente. Isto, também foi possível verificar no estudo de **Choi et al.**, 2010.²

Com exclusão do espectrofotómetro, a análise do estudo sugere que houve maior concordância inter-observador com a luz fluorescente, seguida da luz D65 e por fim a luz incandescente. Sendo que com a iluminação fluorescente, os grupos que estiveram mais concordantes foram os alunos *versus* especialistas (0.52188), seguido de alunos *versus* dentistas (0.51875) e por último dentistas *versus* especialistas (0.48125). Já com a iluminação D65, os resultados mais concordantes foram dos alunos *versus* dentistas (0.51563), seguido de alunos *versus* especialistas (0.42813) e por último dentistas *versus* especialistas (0.38438). Por fim, com a iluminação incandescente, obteve-se maior acordo nos grupos alunos *versus* especialistas (0.50625), seguido de alunos *versus* dentistas (0.39688) e por último dentistas *versus* especialistas (0.34063). Contudo, a análise do estudo sugere que os valores de maior concordância não ultrapassam uma concordância moderada (0.41 – 0.60), sendo que se obteve uma concordância razoável (0.21 – 0.40) com a iluminação D65 entre dentistas e especialistas e com a iluminação incandescente nos grupos alunos *versus* dentistas e dentistas *versus* especialistas.

Já no que diz respeito à análise inter-observador dentro de cada grupo, a análise estatística sugere que os grupos que obtiveram maior concordância foram os especialistas com a luz fluorescente (0.78333), demonstrando uma concordância substancial (0.61 – 0.80), seguido do grupo dos alunos com a luz incandescente (0.625), demonstrando uma concordância substancial (0.61 – 0.80) e por último, os mesmos, tanto com a iluminação D65 como com a fluorescente (0.48333), relevando uma concordância moderada (0.41 – 0.60). O grupo que obteve menor nível de acertos, concordância moderada (0.41 – 0.60), foi o dos dentistas, mantendo-se sempre com valores muito próximos: iluminação D65 (0.4667), iluminação incandescente (0.4583) e iluminação fluorescente (0.45).

5. CONCLUSÕES

Nas condições desta investigação foi possível concluir que a iluminação afeta a escolha da cor natural dos dentes.

O tipo de iluminação permitiu encontrar valores estatisticamente significativos de concordância inter-observadores [luz fluorescente: $k_{\text{especialistas}} = 0.78333$, $k_{\text{dentistas}} = 0.45$, $k_{\text{alunos}} = 0.4833$; luz natural (D65): $k_{\text{especialistas}} = 0.4117$, $k_{\text{dentistas}} = 0.4667$, $k_{\text{alunos}} = 0.4833$; luz incandescente: $k_{\text{especialistas}} = 0.4667$, $k_{\text{dentistas}} = 0.4583$, $k_{\text{alunos}} = 0.625$]

A concordância observada entre a avaliação do conjunto dos observadores e a do espectrofotómetro não era estatisticamente significativa [iluminação fluorescente $k_{\text{especialistas}} = 0.1$, $k_{\text{dentistas}} = 0.0375$, $k_{\text{alunos}} = 0.0375$; iluminação natural (D65): $k_{\text{especialistas}} = 0.1625$, $k_{\text{dentistas}} = 0.1125$, $k_{\text{alunos}} = 0.1625$; iluminação incandescente: $k_{\text{especialistas}} = 0.2375$, $k_{\text{dentistas}} = 0.1875$, $k_{\text{alunos}} = 0.1375$].

Verificou-se uma menor concordância entre alunos *versus* espectrofotómetro, dentistas *versus* espectrofotómetro (ambos com luz fluorescente), entre os próprios especialistas com iluminação natural (D65) e entre dentistas *versus* especialistas com iluminação incandescente.

Os grupos especialistas e alunos são aqueles em que se observou maior concordância no conjunto das três iluminações.

Estes dois grupos referidos anteriormente, foram aqueles em que se observaram valores mais elevados de concordância com o espectrofotómetro, nas iluminações fluorescente: ($k_{\text{especialistas}} = 0.1$, $k_{\text{alunos}} = 0.0375$) e na iluminação natural (D65): ($k_{\text{especialistas}} = 0.1625$, $k_{\text{alunos}} = 0.1625$).

Os grupos menos concordantes sob as três iluminações foram os especialistas *versus* dentistas: [Iluminação fluorescente: $k = 0.4813$; iluminação natural (D65): ($k = 0.3406$) e iluminação incandescente: $k = 0.3844$].

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Corcodel N, Helling S, Rammelsberg P, Hassel AJ. Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. *Eur J Oral Sci.* 2010;118:311–6.
- 2- Choi J-H, Park J-M, Ahn S-G, Song K-Y, Lee M-H, Jung J-Y, et al. Comparative study of visual and instrumental analyses of shade selection. *J. Wuhan Univ. Technol.-Mat. Sci. Edit.* 2010;25:62–7.
- 3- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38.
- 4- Boksman L. Shade selection: accuracy and reproducibility. *Ontario Dentist* 2007;3:24-7.
- 5- Silva, John D. Da, Sang E. Park, Hans-Peter Weber, and Shigemi Ishikawa-Nagai. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008; 99(5): 361-68.
- 6- Alves N, Souzas D, Soares G. Métodos de seleção de cor em prótese parcial fixa – Revisão de Literatura. *Arquivo Brasileiro de Odontologia* 2013;9:8-17.
- 7- Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent* 2014;42:637–44.
- 8- Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A Comparison of Human Raters and an Intra-oral Spectrophotometer. *Operative Dentistry* 2009;34:337–43.
- 9- Lee Y-K, Yu B, Lim H-N. Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. *J Prosthet Dent* 2010;104:173–81.
- 10- Cocking C, Cevirgen E, Helling S, Oswald M, Corcodel N, Rammelsberg P, et al. Colour compatibility between teeth and dental shade guides in Quinquagenarians and Septuagenarians. *J Oral Rehabil* 2009;36:848–55.
- 11- Johnston WM. Review of Translucency Determinations and Applications to Dental Materials. *J Esthet Restor Dent* 2014;26:217–23.
- 12- Silva JDD, Park SE, Weber H-P, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008;99:361–8.
- 13- Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Juan Antonio Martínez Vázquez De Parga. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent* 2014;42:742–5.
- 14- Bahr MLF, Philippi AG, Oderich E, Volpato CAM. Avaliação visual da cor mediante diferentes fontes de luz. *Prosthes. Lab. Sci.* 2015; 4(14): 49-53.

- 15- Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. J Dent 2009;37.
- 16- Gokce HS, Piskin B, Ceyhan D, Gokce SM, Arisan V. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. J Prosthet Dent 2010;103:139–47.
- 17- Jasinevicius, T. Roma, Francis M. Curd, Lindsey Schilling, and Avishai Sadan. Shade-Matching Abilities of Dental Laboratory Technicians Using a Commercial Light Source. J of Prosthodont 2009;18(1): 60-3.
- 18- Ho, Christopher CK. Principles of Shade Selection. Practical Procedures in Aesthetic Dentistry 2017: 34-8.
- 19- Ho, Christopher CK. Shade Selection. Australasian Dental Practice 2007: 116-9.
- 20- Yuan JC, Brewer JD, Monaco EA Jr. Defining a natural tooth colour space based on a 3-dimensional shade system. J Prosthet Dent 2007; 98(2): 110-9.

7. ANEXOS

Explicação do Estudo

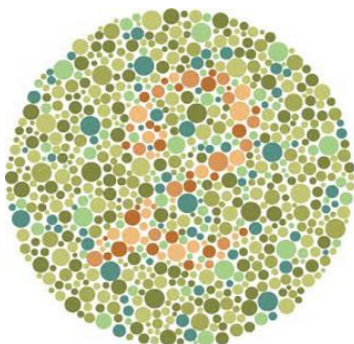
- **Título:** Escolha de cor e Iluminação
- **Objetivos:** Avaliar o grau de erro decorrente da experiência profissional e das condições de iluminação.
- **Metodologia:** Trabalho *in vitro*. Serão avaliados vinte dentes extraídos, sob diferentes condições de iluminação, por alunos finalistas da FMDUP, e por docentes com diferente treino na escolha de cores. O grupo controlo é um colorímetro (Vita).
- **Resultados/Benefícios esperados:** Será esperado um maior conhecimento das condições ideais para escolha da cor em Prótese Fixa.
- **Riscos/ Desconforto:** Trabalho *in vitro*. Sem risco/desconforto.
- **Características Éticas:** Trabalho *in vitro*. Sem implicações éticas.

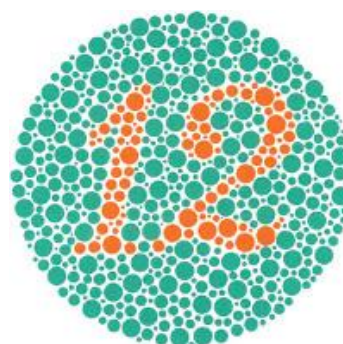
Declaro que recebi, li e compreendi o documento da explicação do estudo

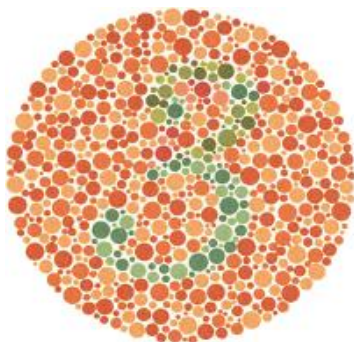
O Participante

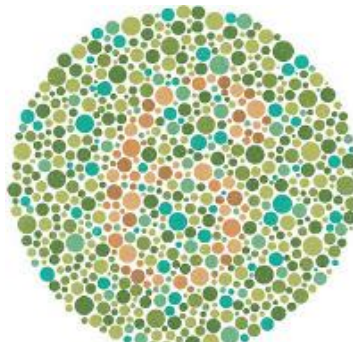
Teste de *Ishihara*: Diagnóstico de defeitos na percepção de cores. Detetar incapacidade de visualização da cor vermelha e verde.

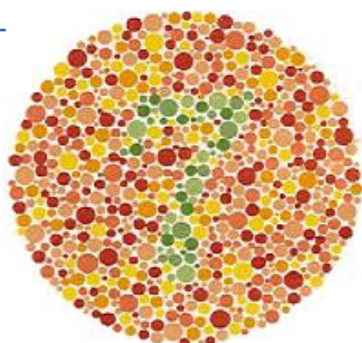
Que número vê na imagem?

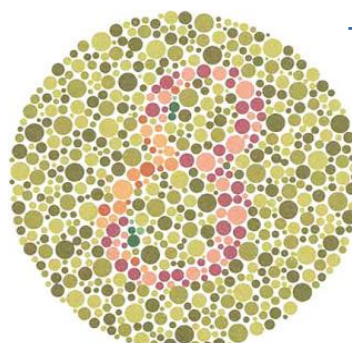


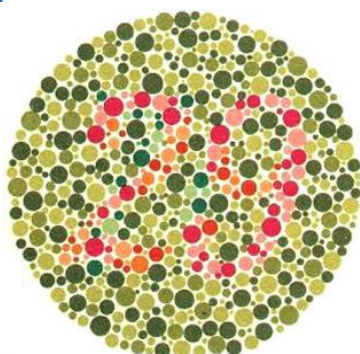


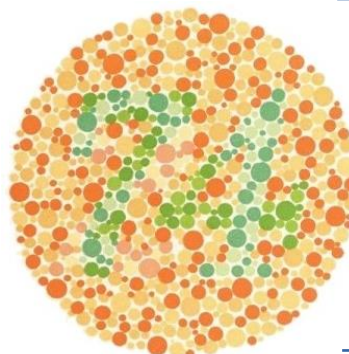














FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Monografia de Investigação do Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Ano Letivo: 2016/2017

Escolha de cor e Iluminação

Projeto de Investigação

QUESTIONÁRIO

Caro(a) Participante:

O presente questionário destina-se à recolha de informação relativa à percepção do participante no que toca à seleção da cor de dentes naturais sob diferentes iluminações, dentro do âmbito da Prótese Fixa.

Este questionário apresenta-se dividido em três partes. Em cada uma delas o participante irá observar vinte dentes sob diferentes iluminações, sendo-lhe fornecido uma escala *Vita* como meio de comparação, e irá preencher de acordo com a cor que achará mais semelhante ao dente apresentado.

A seguinte análise terá uma duração de, aproximadamente, dez minutos. Toda a informação fornecida é confidencial.

Agradeço, desde já, a participação.

Idade: __ Sexo: M __ F __

Estudante 5º ano __ Médico Dentista com prática na escolha de cor __

Médico Dentista com muita prática na escolha de cor __

O seguinte quadro refere-se à avaliação da cor segundo o aparelho “Roident Esthetic Eye”, que transmite uma luz, o mais semelhante à luz natural.

Para iniciar o estudo, basta pegar no equipamento, colocá-lo a um palmo de distância do dente a analisar, observar na vertical pela abertura existente do mesmo e comparar com a escala *Vita Classical* fornecida.

Assim que selecionar a cor correspondente à cor original do dente em questão, preencha o quadro que se segue.

Dente	Cor Seleccionada
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Na seguinte tabela iremos avaliar a seleção de cor sob a influência de luz incandescente. Para tal, os seguintes dentes estarão sob uma lâmpada incandescente. O participante deverá observar os mesmos e com uma escala *Vita Classical* como comparação, preencher a tabela que se segue.

Dente	Cor Seleccionada
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

A tabela que se segue serve para avaliar a escolha de cor de vinte dentes sob a influência de iluminação equiparável à existente nos consultórios de medicina dentária. O participante deve observar os dentes um a um e com uma escala *Vita Classical* fornecida para comparação, responder na seguinte tabela a cor correspondente.

Dente	Cor Seleccionada
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Nome	Contacto



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DECLARAÇÃO

Monografia de investigação/Relatório de Atividade Clínica

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica, no Mestrado Integrado em Medicina Dentária, da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

Porto, 24 de Maio de 2017

A Investigadora

Maria Joana de Mendonça e Moura de Sousa Eiró

U. PORTO



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

PARECER

(Entrega do trabalho final de Monografia)

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pela Estudante Maria Joana de Mendonça e Moura de Sousa Eiró com o título: "Escolha de cor e Iluminação", está de acordo com as regras estipuladas na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 24 de Maio de 2017

A Orientadora,

Paula Cristina dos Santos Vaz

(Professora Auxiliar)